

## · 论著 ·

## BMI与瞬时弹性成像参数的相关性研究\*

黎永滨<sup>1</sup> 胡正明<sup>1,\*</sup> 谢婷婷<sup>2</sup> 梁立洲<sup>3</sup> 胡国信<sup>4</sup> 孙德胜<sup>1</sup> 钟洁愉<sup>1</sup>

1.北京大学深圳医院超声影像科(广东 深圳 518036)

2.北京大学深圳医院医学影像科(广东 深圳 518036)

3.北京大学深圳医院全科医学科(广东 深圳 518036)

4.北京大学深圳医院肝炎感染科(广东 深圳 518036)

**【摘要】目的** 探讨身体质量指数(BMI)与瞬时弹性成像参数受控衰减参数(CAP)、肝脏弹性测量值(LSM)的相关性,及BMI对脂肪肝的诊断效能。**方法** 回顾性收集2020年1月至2022年1月来我院行FibroTouch检查9660例患者的TE参数及BMI测量值,比较BMI与CAP、LSM的相关性,比较BMI在不同脂肪肝分组中的差异,并采用受试者工作特征(ROC)曲线计算BMI对脂肪肝、重度脂肪肝的诊断效能。**结果** 相关性分析显示总体样本、无脂肪肝组、重度脂肪肝组BMI与CAP呈正相关( $r=0.753$ ,  $r=0.61$ ,  $r=0.56$ ,  $P<0.001$ ),轻、中度脂肪肝组BMI与CAP无相关性, BMI与LSM无相关性。ROC分析显示BMI诊断脂肪肝、重度脂肪肝的曲线下面积(AUC)最大为0.931 (95%CI: 0.927~0.936)、0.904 (95%CI: 0.896~0.912)。**结论** 在无脂肪肝、重度脂肪肝人群, BMI与CAP呈正相关、且BMI可用于预测脂肪肝的发病风险。

**【关键词】** 瞬时弹性成像; 受控衰减参数; 非酒精性脂肪性肝病; 身体质量指数

**【中图分类号】** R58; R31

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 深圳市医学重点学科建设经费资助(SZXK051)

**DOI:**10.3969/j.issn.1009-3257.2022.11.043

## The Correlation of Body Mass Index (BMI) and Transient Elastography Parameters\*

LI Yong-bin<sup>1</sup>, HU Zheng-ming<sup>1,\*</sup>, XIE Ting-ting<sup>2</sup>, LIANG Li-zhou<sup>3</sup>, HU Guo-xin<sup>4</sup>, SUN De-sheng<sup>1</sup>, ZHONG Jie-yu<sup>1</sup>.

1. Department of Ultrasound Imaging, Peking University Shenzhen Hospital, Shenzhen 518036, Guangdong Province, China

2. Department of Medical Imaging, Peking University Shenzhen Hospital, Shenzhen 518036, Guangdong Province, China

3. Department of Family Medicine, Peking University Shenzhen Hospital, Shenzhen 518036, Guangdong Province, China

4. Department of Hepatitis Infection, Peking University Shenzhen Hospital, Shenzhen 518036, Guangdong Province, China

**Abstract: Objective** To analyze the correlation of body mass index (BMI) and transient elastography (TE)-controlled attenuation parameter (CAP) and liver stiffness measurements (LSM), and the value of BMI in the diagnosis of fatty liver. **Methods** The TE and BMI measurements of 9660 cases which accepted FibroTouch examination between January 2020 to January 2022 were collected retrospectively. The correlation of BMI and CAP, BMI and LSM were analyzed. The receiver operating characteristic curve (ROC) was used to measure the diagnostic efficiency of BMI in predicting fatty liver and severe fatty liver. **Results** Correlation analysis demonstrated that BMI and CAP measurements correlated positively in total subjects, in patients without fatty liver and severe fatty liver ( $r=0.753$ ,  $0.61$  and  $0.56$ , respectively,  $P<0.001$ ). There were no correlation between BMI and CAP in patients with mild and moderate fatty liver. There were no correlation between BMI and LSM. The BMI had the biggest area under the curve (AUC) of 0.931 and 0.904 with 95% confidence interval (CI) of 0.927~0.936 and 0.896~0.912 for the diagnosis of fatty liver and severe fatty liver, respectively. **Conclusion** BMI and CAP correlated positively, and BMI could be used to predict the risk of fatty liver in patients without fatty liver and severe fatty liver.

**Keywords:** Transient Elastography; Controlled Attenuation Parameter; Non-alcoholic Fatty Liver Disease; Body Mass Index

非酒精性脂肪性肝病(nonalcoholic fatty liver disease, NAFLD)为全球最常见慢性肝脏疾病<sup>[1]</sup>。肥胖与NAFLD独立相关,与NAFLD的发生、发展及病情严重程度密切相关,不仅增加了NAFLD患者的全死因死亡率、也增加了其肝脏特异性死亡率<sup>[2]</sup>。瞬时弹性成像(transient elastography, TE)为临床常用的反映肝脏脂肪变及肝纤维化程度的超声技术,能对NAFLD患者病情进展起动态监测作用。但TE检查需在医疗机构进行、由接受过专门TE操作培训并取得培训证书、具有一定操作经验的医师进行,对普遍依从性较差、对NAFLD重视程度不高<sup>[3]</sup>、处于后疫情时代的肥胖患者而言,接受TE动态监测仍具有一定难度。探索一种操作简便、同时又能反映NAFLD进展的人体测量学参数用于NAFLD患者动态监测、正常体重及超重人群的NAFLD风险预测是临床需要解决的问题。BMI为衡量肥胖程度最常用的测量参数,本文通过分析BMI与TE测量参数相关性、BMI用于肝脏脂肪变的诊断效能,以探讨BMI反映肝脏脂肪变的效能及临床意义。

## 1 资料与方法

## 1.1 研究对象 连续性纳入2020年1月至2022年1月在我院接

受FibroTouch检查并在检查当天获得BMI值的所有患者共11699人。

排除标准: TE检测失败或TE检测结果不可信(测试失败定义为10次测试后无法获得检测值;检测结果不可信定义为少于10次有效测试,所测值的四分位间距/LSM>30%,或测试次数的成功率<60%<sup>[4]</sup>);超声/CT/MR提示合并直径≥3 cm的肝脏占位;已知合并肝硬化或超声/CT/MR提示合并肝硬化;排除合并大量腹水;排除酒精性脂肪肝患者。最终纳入研究对象共9660例,纳排标准见图1。

**1.2 FibroScan检查及BMI测量** 行TE-CAP检查前空腹12小时,检查前避免运动,采用具FibroTouch (机型: FT-C-006-1008,产地: 中国),受检者取仰卧位并右手抱头以最大程度扩展肋间隙,嘱其屏住呼吸时,分别测量CAP、LSM值(Liver stiffness measurement,肝脏弹性测量)(单位分别为dB/m, Kpa),机器操作者由一位接受过FibroTouch操作规范化培训并获得资格证书、具有五年操作经验的医师进行,使用配备的超声探头,在右腋前线至腋中线,取肝实质并避开肝内大血管、肝内占位、胸腔及胆囊。每次测量均位于相同层面,每位患者平均测试≥10次,取有

【第一作者】黎永滨,男,主治医师,主要研究方向:超声介入及超声造影。E-mail: ybliben007@163.com

【通讯作者】胡正明,男,主任医师,主要研究方向:超声介入及超声造影。E-mail: hzm0682@126.com

效测试结果的中位数为患者CAP值及LSM值并记录结果。

在FibroScan检查前测量体重、升高并计算BMI = 体重(Kg) / 身高(m)<sup>2</sup>。

**1.3 伦理学审查** 本研究经本院伦理委员会批准,批号为2021(071),免除受试者知情同意。

**1.4 统计学方法** 应用GraphPad Prism 9.3及SPSS 17.0对CAP、LSM测量值、BMI值行Kolmogorov-Smirnov检验以评价测量值是否符合正态分布。比较无脂肪肝组、轻、中、重度脂肪肝组的CAP值是否存在统计学差异,采用Pearson相关分析比较总体样本、各组内BMI与CAP之间的相关性;比较BMI与LSM相关性;探讨BMI预测脂肪肝、重度脂肪肝的敏感性及其特异性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 总体样本一般资料** 本研究最终纳入9660例患者,其中女性2995例,男性6665例(占69.00%),年龄5~92岁,平均(40.48±10.69)岁。根据2000年世界卫生组织推荐的亚洲成年人肥胖诊断标准<sup>[5-6]</sup>分组,总体样本分体重过低、体重正常、超重、肥胖共四组,分别含563、4185、2320、2934例,根据既往相同机型CAP结果,本研究定义无脂肪肝、轻度脂肪肝、中度脂肪肝、重度脂肪肝的CAP阈值分别为244、269、296 dB/m<sup>[7]</sup>,一般资料详见表1。

表1 本研究纳入患者一般资料

| 临床特征及指标                 | 数值          | $\bar{x} \pm s$ |
|-------------------------|-------------|-----------------|
| 年龄(岁)                   | 5~92        | 40.47 ± 10.69   |
| 男性(百分比)                 | 6665(69.00) | /               |
| BMI(Kg/m <sup>2</sup> ) | 13.34~58.82 | 23.45 ± 3.41    |
| 体重过低(例,百分比)             | 542(5.60)   | 17.56 ± 0.84    |
| 体重正常                    | 4047(41.89) | 21.10 ± 1.22    |
| 超重                      | 2247(25.12) | 23.96 ± 0.57    |
| 肥胖                      | 2824(29.23) | 27.53 ± 2.41    |
| 按CAP分组                  |             |                 |
| 无脂肪肝(例,百分比)             | 6018(62.30) | /               |
| 轻度脂肪肝组                  | 1599(16.55) | /               |
| 中度脂肪肝组                  | 977(10.11)  | /               |
| 重度脂肪肝组                  | 1066(11.04) | /               |

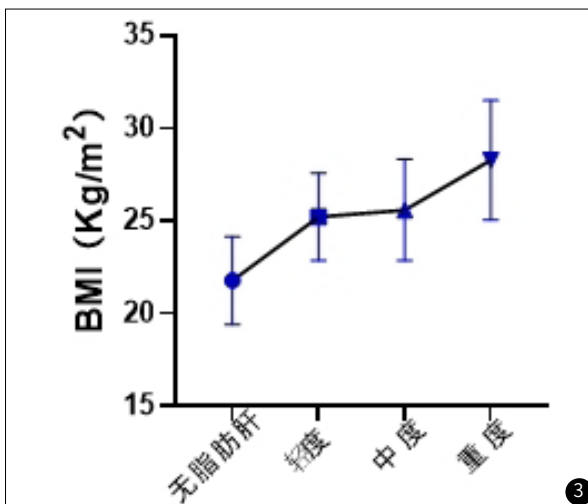
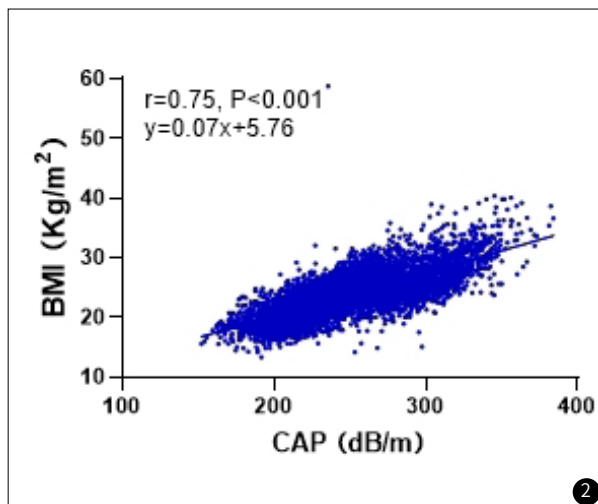
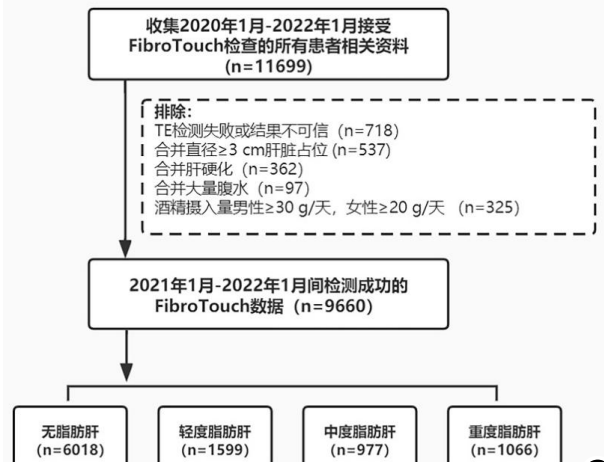
注: BMI: 身体质量指数; CAP: 受控衰减参数。

**2.2 BMI与CAP、LSM相关性研究** 总体样本及各组CAP、LSM测量值、BMI值Kolmogorov-Smirnov检验P值均大于0.05,均符合正态分布。无脂肪肝组、轻度脂肪肝组、中度脂肪肝组、重度脂肪肝组各组测量值均符合正态分布。

总体样本BMI随着CAP升高而升高(图2)、Pearson相关分析示二者呈正相关( $r=0.753$ ,  $P < 0.001$ ),无脂肪肝组、轻、中、重度脂肪肝组相应BMI平均值呈上升趋势(图3), one-way ANOVA分析显示组间差异有统计学意义( $P < 0.001$ , F值为177464),四组间两两t检验任意两组间BMI值差异存在统计学意义( $P$ 值均 $< 0.0001$ )。行Pearson相关分析,结果示无脂肪肝组、重度脂肪肝组的CAP与BMI均呈正相关( $r$ 值分别为0.61、0.56,  $P$ 值均 $< 0.001$ ),见图4~图5,轻度脂肪肝组、中度脂肪肝组BMI与CAP无相关性。

总体样本BMI随着LSM升高无明显变化规律(图6), Pearson相关分析示二者无相关性( $r=0.205$ ,  $P < 0.0001$ ),体重过低组、体重正常组、超重组、肥胖组相应LSM平均值呈轻微上升趋势。

**2.3 ROC曲线分析结果** 以CAP诊断脂肪肝的结果为参考标准,将BMI对脂肪肝、重度脂肪肝的诊断效能分别进行ROC曲线分析,显示曲线下面积分别为0.931 (95%CI: 0.927~0.936)、0.904 (95%CI: 0.896~0.912)(图7),其中脂肪肝的曲线下面积最大, BMI的截点为24.85 Kg/m<sup>2</sup>,此时诊断脂肪肝的敏感度、特异度分别为79.71%, 91.21%; 重度脂肪肝的BMI截点为25.20Kg/m<sup>2</sup>,此时诊断重度脂肪肝的敏感度、特异度分别为86.4%, 79.61%。



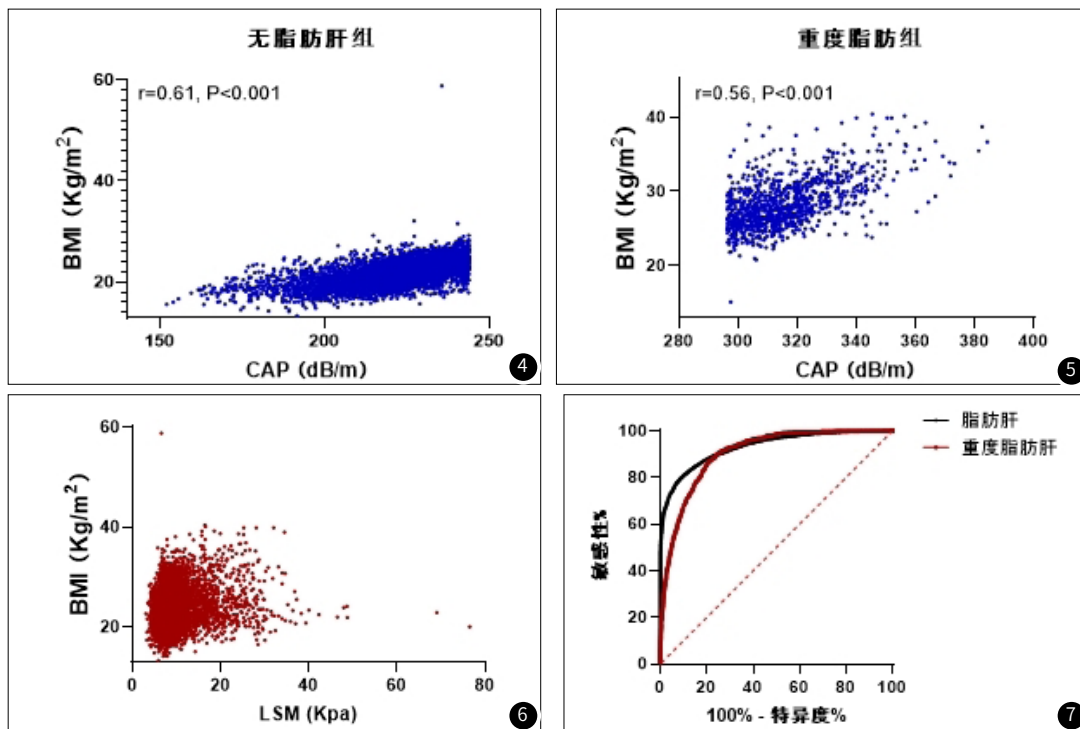


图1 本研究纳排标准。图2 总体样本BMI与受控衰减参数CAP测量值分布散点图,散点图示总体样本BMI值随CAP的升高而升高,二者呈线性正相关( $r=0.753$ ,  $P<0.0001$ )。图3 总体样本CAP测量值柱形图,柱形图示总体样本脂肪肝程度越重,患者有越高的BMI值。图4 无脂肪肝组CAP与BMI散点图。图5 重度脂肪肝组CAP与BMI散点图,分别为无脂肪肝组、重度脂肪肝组BMI随着CAP升高而升高,提示无脂肪肝组、重度脂肪肝组CAP值越高、相应BMI值越高( $r$ 值分别为0.61、0.56)。图6 总体样本肝脏硬度值LSM测量值散点图,散点图示总体样本BMI值随LSM的升高无明显变化趋势(相关系数 $r=0.205$ ,  $P<0.01$ )。图7 BMI对脂肪肝、重度脂肪肝诊断效能的ROC曲线。

### 3 讨论

非酒精性脂肪性肝病(NAFLD)为临床常见病,全球范围内患病率约为25~30%,病变最初表现为肝脏单纯性脂肪变,随着病变进展可出现肝纤维、肝硬化甚至肝癌<sup>[8-9]</sup>。研究证实BMI与NAFLD密切相关,BMI的升高将伴随NAFLD发生、反之BMI的降低将伴随NAFLD的好转<sup>[10]</sup>。

瞬时弹性成像(TE)利用超声波在肝脏脂肪组织传播中显著衰减的特点,通过CAP这一参数定量评估肝脏脂肪变的同时、通过LSM反映肝脏纤维化进程,其诊断效能受到中国慢性乙型肝炎防治指南、EASL、AASLD等多个指南及专家共识的肯定并被纳入其中<sup>[11-13]</sup>。本研究以TE-CAP诊断的不同程度脂肪肝为参考标准,发现总体样本BMI与CAP呈正相关,BMI的升高将出现CAP测量值增高,提示BMI的升高与脂肪肝的出现、病程进展相关,BMI可用于反映脂肪肝的出现及病变进展。进一步对脂肪肝严重程度分层分析,发现无脂肪肝组、重度脂肪肝组的CAP与BMI均呈正相关( $r$ 值分别为0.61、0.56),而轻度脂肪组、中度脂肪肝组BMI与CAP无相关性,提示在无脂肪肝及重度脂肪肝人群中、BMI可用于反映发生脂肪肝的趋势和脂肪肝的进展,但对轻度脂肪、中度脂肪肝人群而言并非BMI越高脂肪肝程度就越重。研究发现以BMI值 $24.85 \text{ Kg/m}^2$ 为截点,诊断脂肪肝具有较高的敏感度、特异度,分别为79.71%、91.21%,以 $25.20 \text{ Kg/m}^2$ 为截点,诊断重度脂肪肝的敏感度、特异度分别为86.4%、79.61%。提示BMI可作为一种简便方法、可用于动态监测无脂肪肝人群、重度脂肪肝人群的肝脏脂肪变,但BMI对轻度、中度脂肪肝人群意义不大。肝脏硬度值LSM与总体样本BMI无相关性,提示BMI难以反映肝脏硬度的改变。

本研究存在不足:考虑到乙肝、乙肝合并NAFLD为我国常见临床状态,故未被排除,但二者有可能对BMI与TE参数的相关性研究产生影响<sup>[14]</sup>,未来将扩大排除标准;本研究以CAP、而非肝组织穿刺结果为参考标准探讨BMI的诊断效能,考虑到肝组织穿刺活检为有创检查、且存在抽样误差难以全面反映肝脏脂肪变,未来将采用大样本MR-PDFF(磁共振质子密度脂肪分数)结果作为参考标准、探讨BMI的诊断效能。

综上所述,BMI作为一种简易的人体测量参数可用于动态反

映无脂肪肝人群、重度脂肪肝人群的肝脏脂肪变的发生、进展,有潜力对依从性较差、随访不良的患者发挥监测作用。

### 参考文献

- [1] Makri E, Goulas A, Polyzos S A. Epidemiology, pathogenesis, diagnosis and emerging treatment of nonalcoholic fatty liver disease[J]. Arch Med Res, 2021;52(1): 25-37.
- [2] Polyzos S A, Kountouras J, Mantzoros C S. Obesity and nonalcoholic fatty liver disease: From pathophysiology to therapeutics Metabolism[J]. Metabolism, 2019;92: 82-97.
- [3] 何方平. 非酒精性脂肪性肝病的治疗-欧洲肥胖-2型糖尿病-消化临床实践指南解读[J]. 中华肝病杂志, 2017, 25(2): 119-121.
- [4] 谢晓, 刘婷, 董志霞, 等. FibroTouch检测肝脏受控衰减参数对脂肪肝变的诊断价值分析[J]. 实用肝病杂志, 2019, 22(4): 526-529.
- [5] Wen C P, David Cheng T Y, Tsai S P, et al. Are Asians at greater mortality risks for being overweight than Caucasians? Redefining obesity for Asians[J]. Public Health Nutr, 2009, 12(4): 497-506.
- [6] Chang Y, Jung H S, Cho J, et al. Metabolically healthy obesity and the development of nonalcoholic fatty liver disease[J]. Am J Gastroenterol, 2016, 111(8): 1133-1140.
- [7] Qu Y, Song Y Y, Chen C W, et al. Diagnostic performance of fibrotouch ultrasound attenuation parameter and liver stiffness measurement in assessing hepatic steatosis and fibrosis in patients with nonalcoholic fatty liver disease[J]. Clin Transl Gastroenterol, 2021, 12(4): e00323.
- [8] 李萃萃. T2DM合并NAFLD患者代谢指标分析[J]. 罕少疾病杂志, 2018, 25(5): 59-61.
- [9] 陈孟君, 吴远, 卞苏环, 等. 合并非酒精性脂肪肝对老年慢乙肝患者肝脏弹性测量值的影响[J]. 罕少疾病杂志, 2009, 16(6): 1-4.
- [10] Kojima S, Watanabe N, Numata M, et al. Increase in the prevalence of fatty liver in Japan over the past 12 years: Analysis of clinical background[J]. J Gastroenterol, 2003, 38(10): 954-61.
- [11] Terrault N A, Lok A S F, McMahon B J, et al. Update on prevention, diagnosis, and treatment of chronic hepatitis B: AASLD 2018 hepatitis B guidance[J]. Hepatology, 2018, 67(4): 1560-1599.
- [12] European Association for the Study of the Liver. EASL 2017 clinical practice guidelines on the management of hepatitis B virus infection[J]. J Hepatol, 2017, 67(2): 370-398.
- [13] 中华医学会肝病学会和感染病学分会. 慢性乙型肝炎防治指南(2015年版)[J]. 实用肝病杂志, 2016, 19(3): V-X XIII.
- [14] 贾明磊, 邹健, 史冬梅, 等. 合并非酒精性脂肪肝对老年慢乙肝患者肝脏弹性测量值的影响[J]. 老年医学与保健, 2015, 21(3): 156-158, 164.

(收稿日期: 2022-01-29)

(校对编辑: 姚丽娜)